

11ª SEMANA DE ARTE, CULTURA E LITERATURA VIRTUAL 2020

PALEOBOTÂNICA (LIVE)



Paleobotânica: como entender a evolução das plantas fósseis e relacionar com as características das plantas atuais encontradas em um jardim, praça ou parque.

Prof. Robson Tadeu Bolzon
Departamento de Geologia
Setor de Ciências da Terra
bolzonrt@ufpr.br

Curitiba, 27 de agosto de 2020

O autor classificou esse trabalho conforme a licença abaixo



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir desse trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam ao autor o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.



BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

EDUCAÇÃO É A BASE

CIÊNCIAS - 2º ANO

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO		HABILIDADES
Matéria e energia	Propriedades e usos dos materiais Prevenção de acidentes domésticos		<p>(EF02CI01) Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado.</p> <p>(EF02CI02) Justificar o uso de diferentes materiais em objetos de uso cotidiano, tendo em vista algumas propriedades desses materiais (flexibilidade, dureza, transparência etc.).</p> <p>(EF02CI03) Discutir os cuidados necessários à prevenção de acidentes domésticos (objetos cortantes e inflamáveis, eletricidade, produtos de limpeza e medicamentos etc.).</p>
Vida e evolução	Seres vivos no ambiente Plantas		<p>(EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) relacionados à sua vida cotidiana.</p> <p>(EF02CI05) Descobrir e relatar o que acontece com plantas na presença e ausência de água e luz.</p> <p>(EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas e analisar as relações entre as plantas, os demais seres vivos e outros elementos componentes do ambiente.</p> <p>(EF02CI07) Descrever as posições das plantas em diversos horários do dia e associá-las ao movimento de sua própria sombra e do movimento de diferentes objetos.</p>
Vida e evolução	Seres vivos no ambiente Plantas		

(EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) relacionados à sua vida cotidiana.

(EF02CI05) Descobrir e relatar o que acontece com plantas na presença e ausência de água e luz.

(EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas e analisar as relações entre as plantas, os demais seres vivos e outros elementos componentes do ambiente.

- O que é Paleobotânica
- Planta e partes de uma planta
- Tempo
- Eventos e registro fóssil
- Ecologia

Paleobotânica

- Área da paleontologia
- Articula as áreas do conhecimento da Botânica e Geologia
- Busca entender as etapas da evolução das plantas pelo registro fóssil e relacionar com as plantas

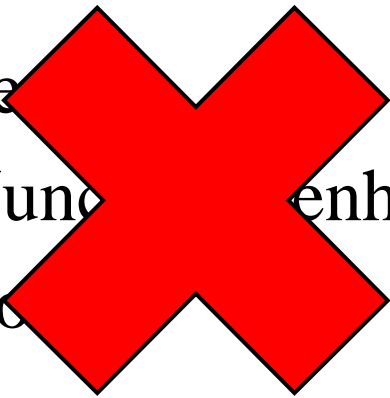


Planta fóssil

Planta atual

Palavras importantes no estudo das plantas fósseis

- Se
- Nunca nenhuma
- Te



- Normalmente,
- A maioria,
- Em geral,
- Não é comum.

O que é uma planta?



Figuras: Bolzon, 2019



Reino das PLANTAS

Organismos multicelulares, eucariontes fotossintéticos com órgãos reprodutivos especializados. Informalmente **plantas terrestres**.

Grupos atuais

- **Filo Bryophyta** – musgos
- **Filo Psilotophyta** – psilotáceas
- **Filo Lycophyta** – lycopódios e selaginelas
- **Filo Sphenophyta** – cavalinha
- **Filo Pteridophyta** – avencas e samambaias
- **Filo Cycadophyta** – cicas
- **Filo Ginkgophyta** – gínco
- **Filo Coniferophyta** – coníferas, pinheiros, araucaria e ciprestes
- **Filo Gnetophyta** – gnetáceas
- **Filo Magnoliophyta ou Anthophyta** – frutíferas, gramíneas.



Líquens
Não são
Plantas



Bryophyta



Psilophyta



Lycophyta



Sphenophyta



Pteridophyta



Cycadophyta



Ginkgophyta



Coniferophyta

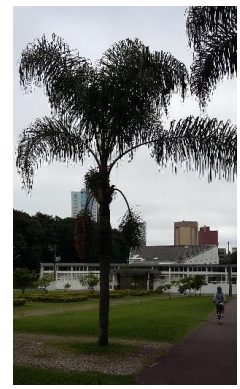


Gnetophyta

Plantas

Anthophyta

Figuras das plantas de :
Schweingruber&Börner,2018:
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-73524-5>



Monocotiledoneas

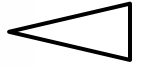


Dicotyledoneas

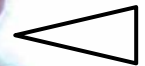
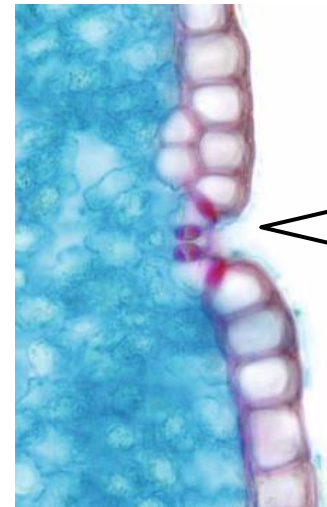


Vamos revisar alguns termos e conceitos

- Cutícula
- Estômatos
- Xilema
- Floema
- Reprodução: esporo, pólen, óvulo, flor e semente

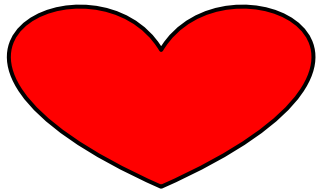


Epiderme com
espessa cutícula
(*Zamia*)

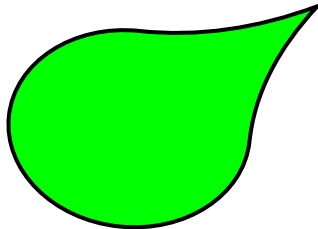


Estomato (*Elymus*)

Partes de uma planta



Estruturas reprodutivas



Folha



Caule



Raiz

Uma planta ideal

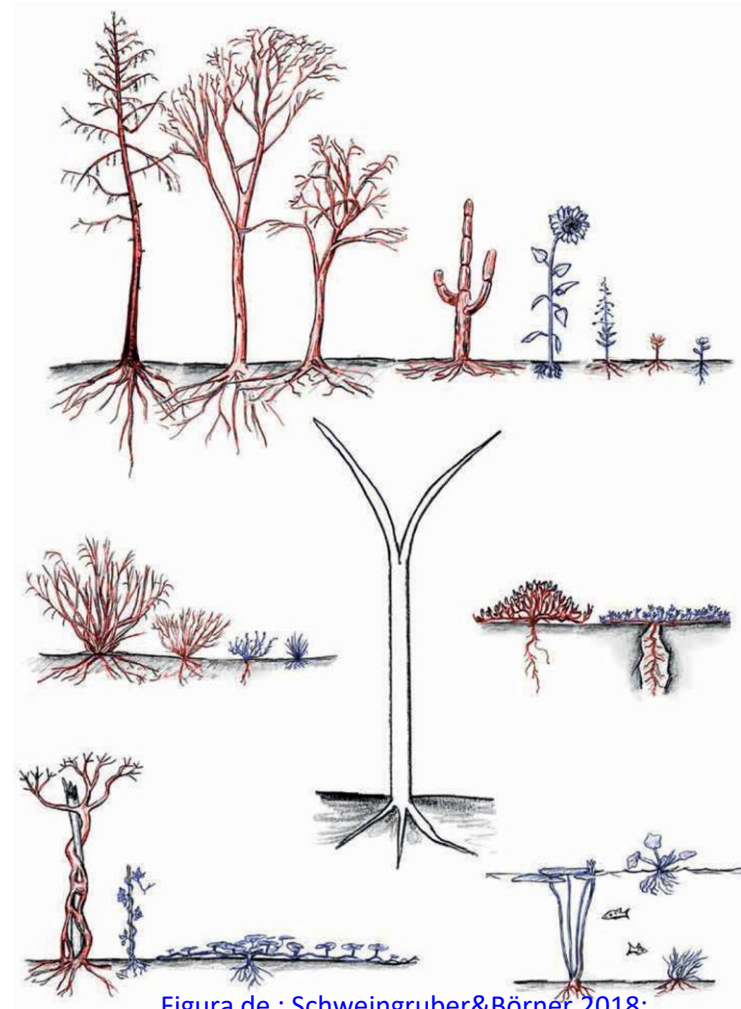
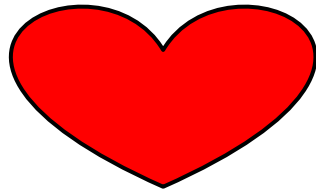
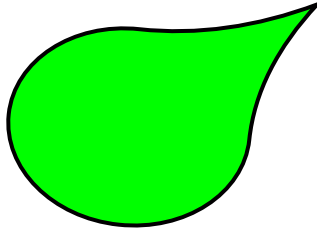


Figura de : Schweingruber&Börner,2018:
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-73524-5>

Função das partes



Estruturas reprodutivas



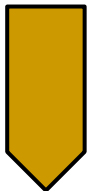
Folha

Órgãos fotossintéticos das plantas. A morfologia e anatomia adaptadas no tempo e pela evolução para otimizar a absorção de luz e dióxido de carbono.



Caule

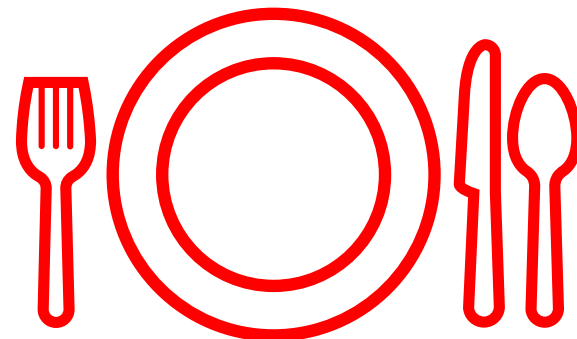
Suporte das partes aéreas da planta, normalmente as folhas e estruturas reprodutivas



Raiz

Âncora da planta no solo, supre com água e minerais absorvidos do solo.

É hora da refeição?



Relacione os órgãos ou estruturas vegetais com as partes usualmente comestíveis?

Raízes	A
Caules	B
Folhas	C
Frutos	D
Sementes	E
Flores	F

C	Repolho
F	Figo
E	Pinhão
B	Cana de açúcar
A	Mandioca, aipim
D	Tomate

Tempo

- Que número é esse? 500.000.000 anos

500.000.000 anos

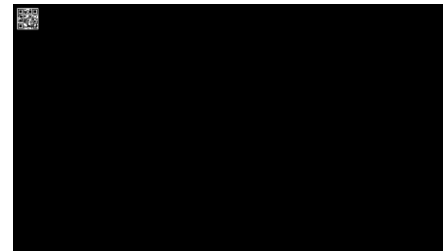
Qual a sua idade?

8 anos

Qual a idade da pessoa mais velha que você conhece?

101 anos

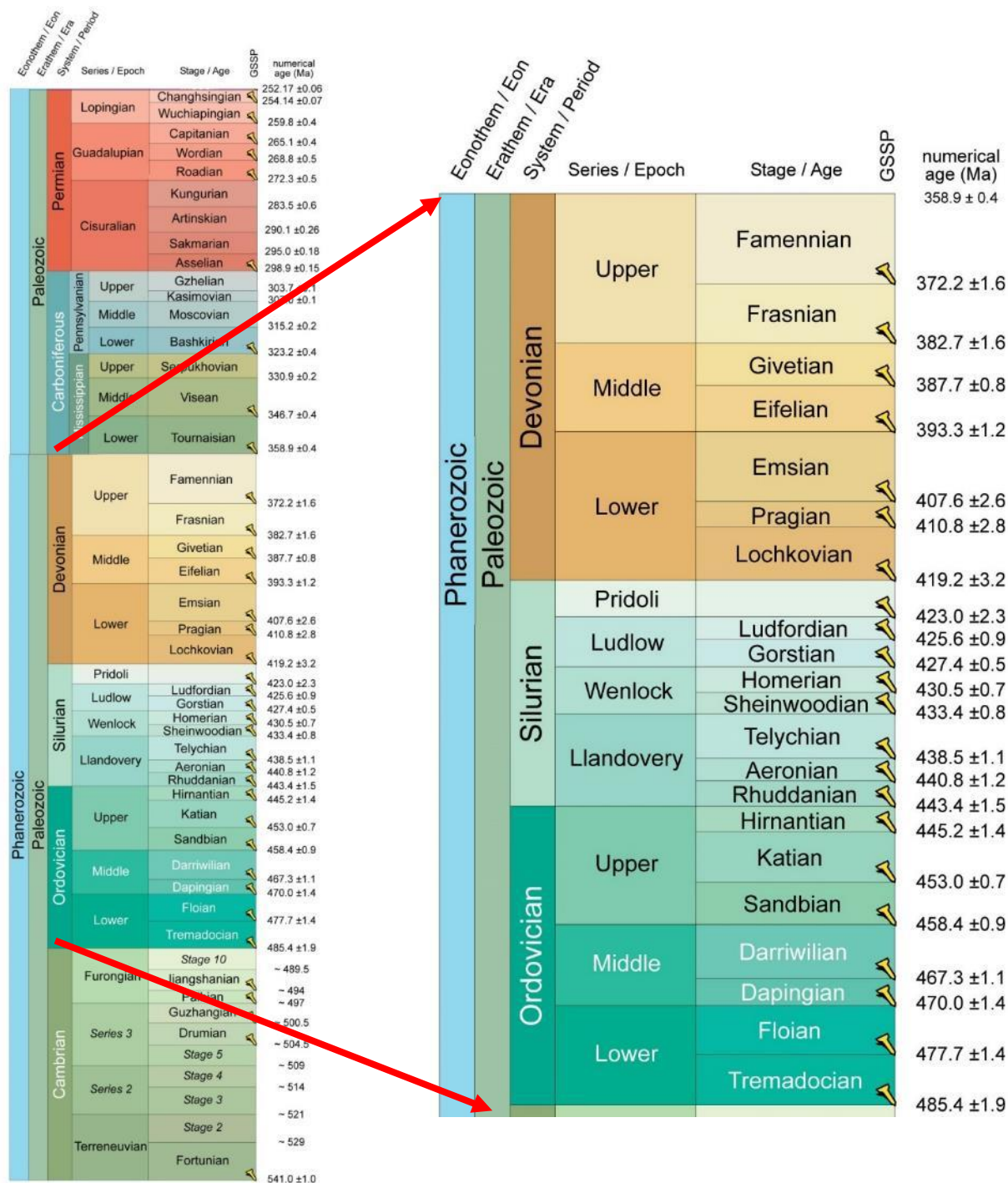
- Quanto tempo levaríamos para contar é 500.000.000 de segundos?



15 anos, 308 dias, 6 horas 53 minutos e 20 segundos

<https://www.youtube.com/watch?v=OsE1S4JeDAk>

PALEOZOICO



Durante aproximadamente 475 milhões de anos as plantas terrestres evoluíram.

Significantes diversificações nos táxons (espécies).

Modificações no plano básico do corpo.

Como era o nosso planeta naquele tempo?



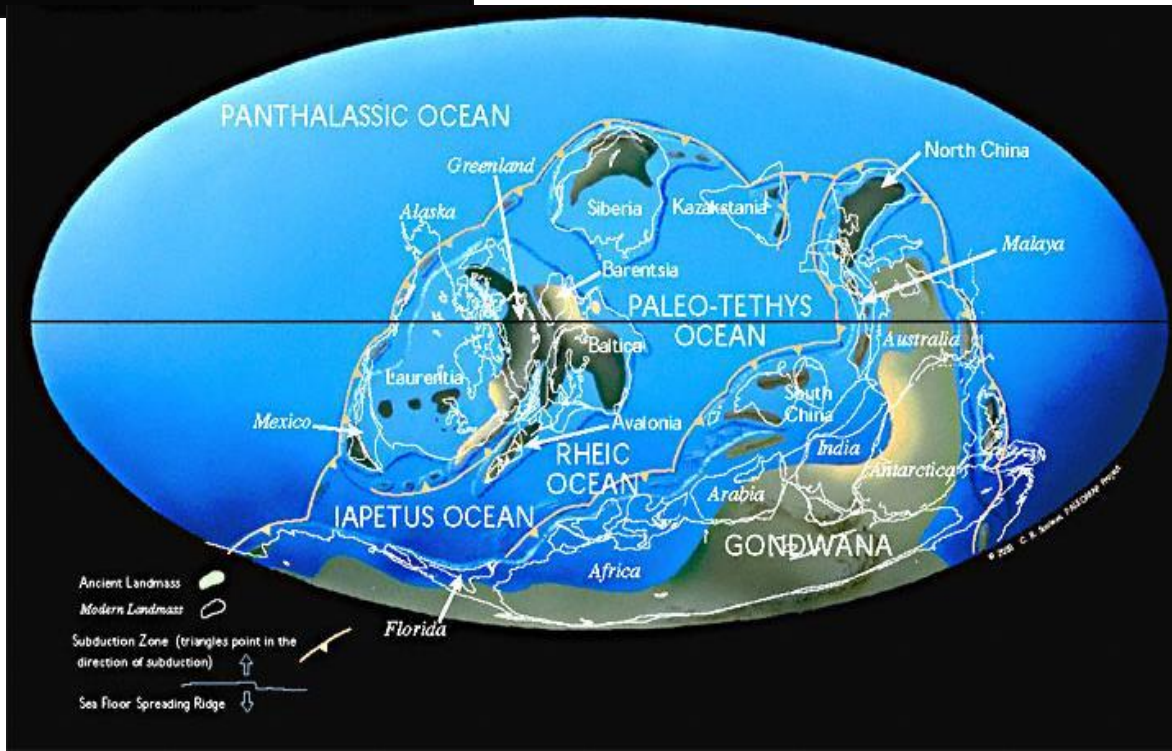
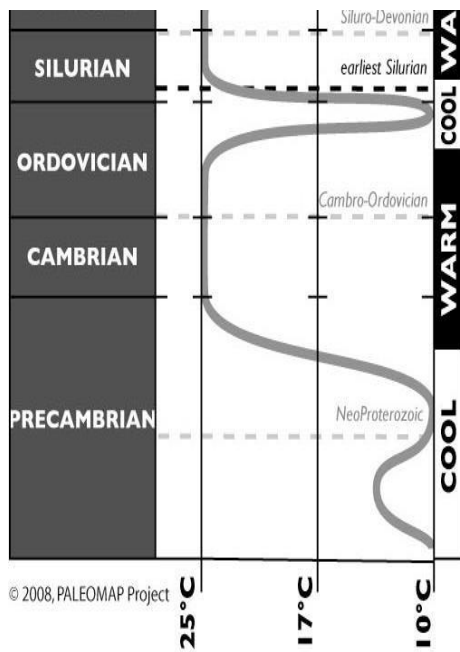
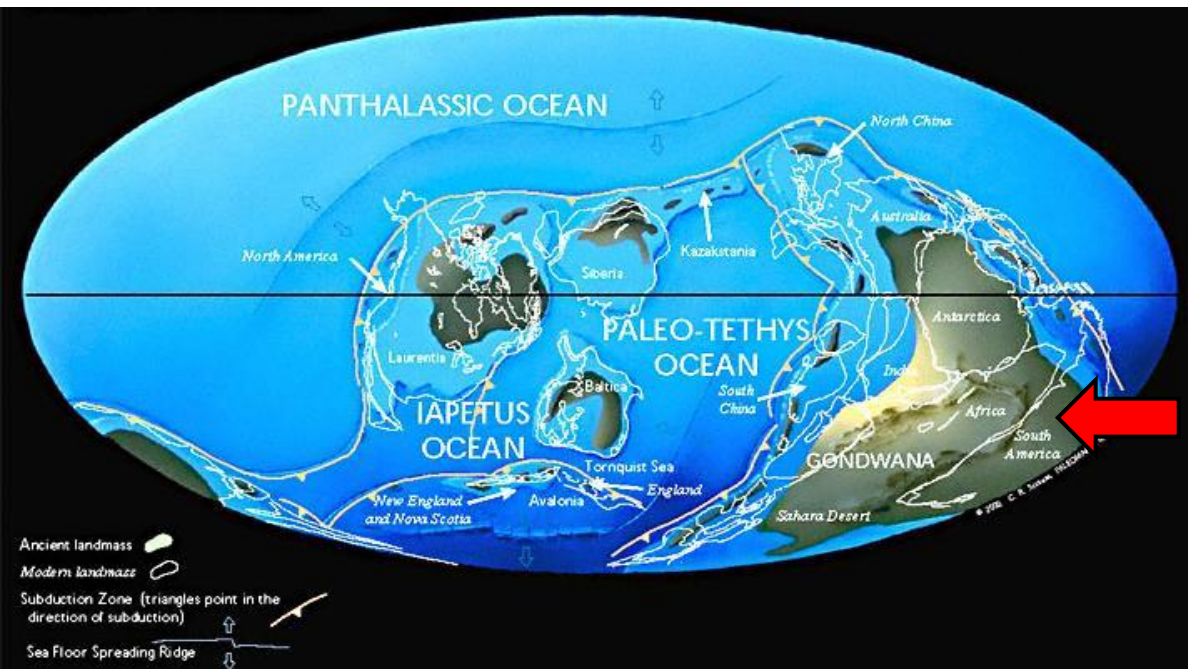
Ordoviciano

Mapas de :

www.scotese.com

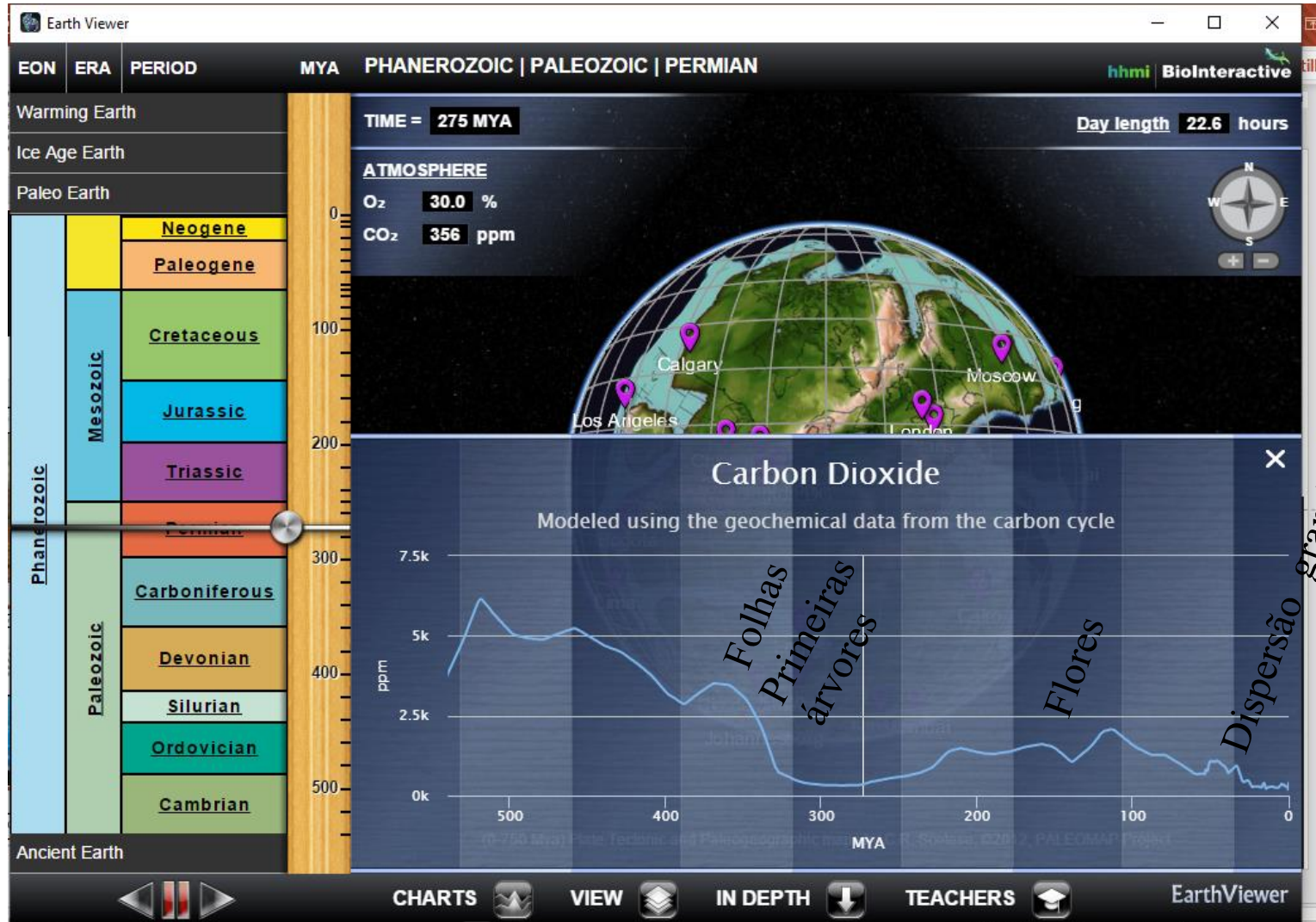
Paraná

Siluriano

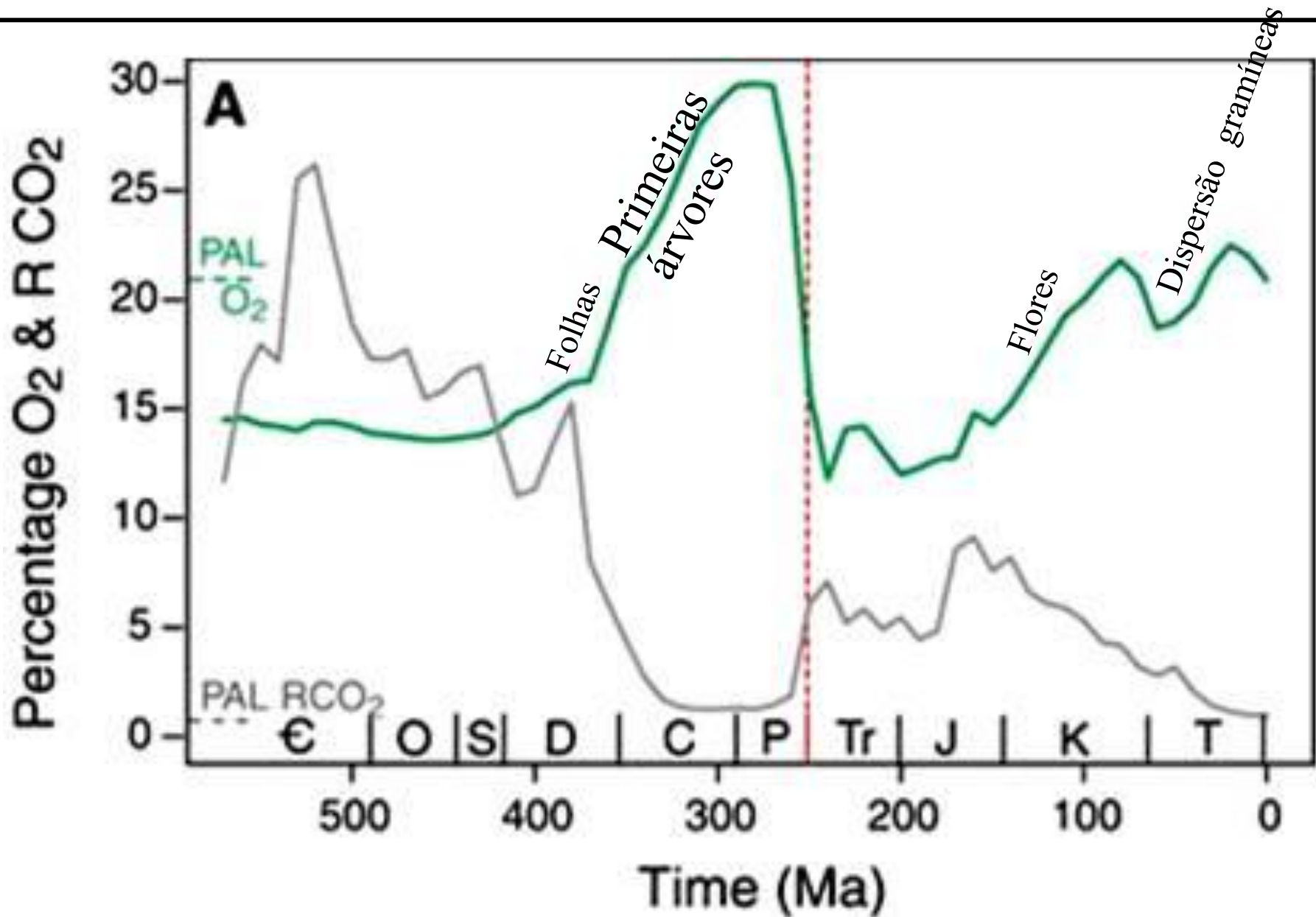


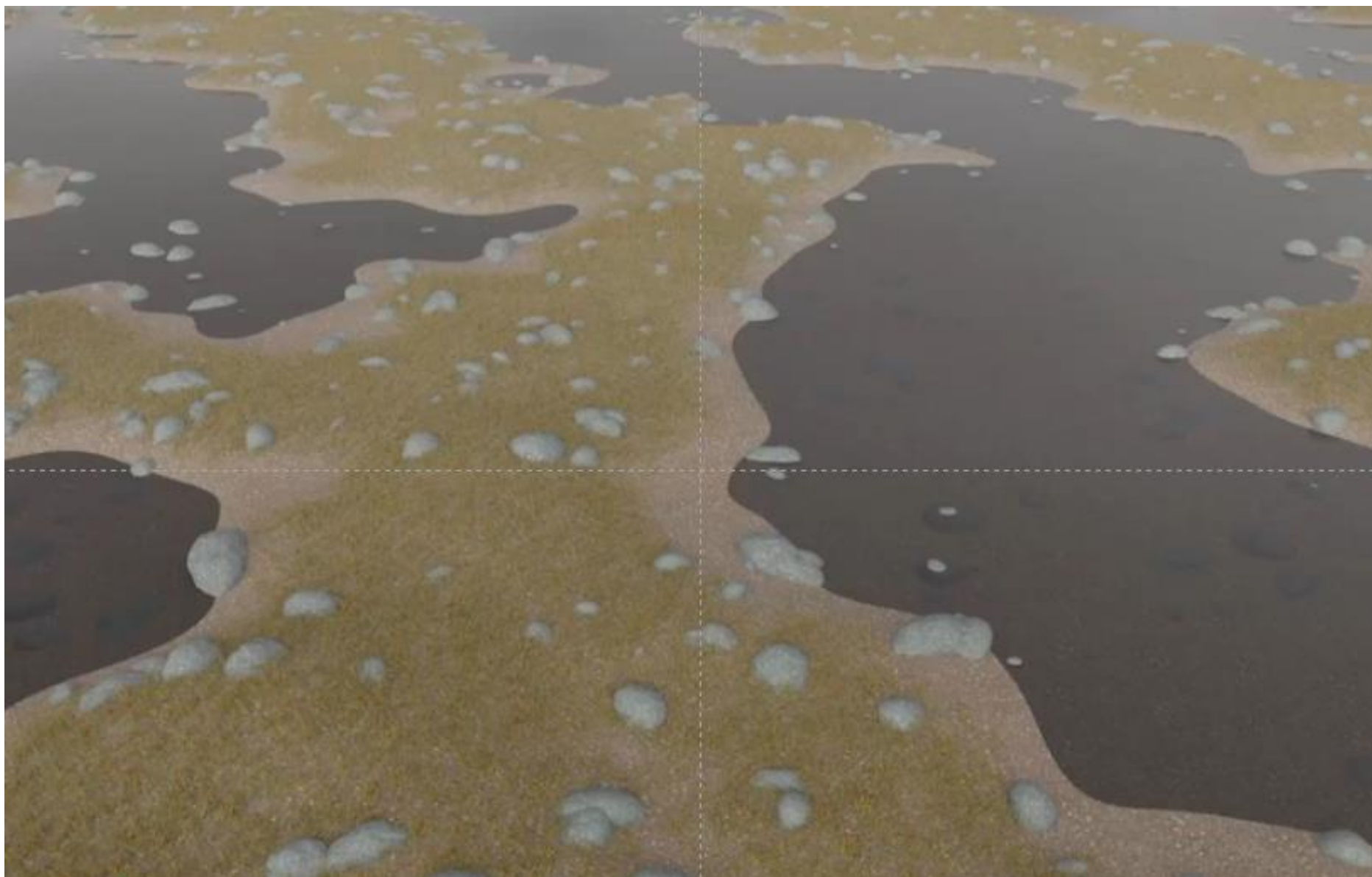
Visitar também:

<https://www.biointeractive.org/classroom-resources/earthviewer>



Concentração de O₂ e CO₂



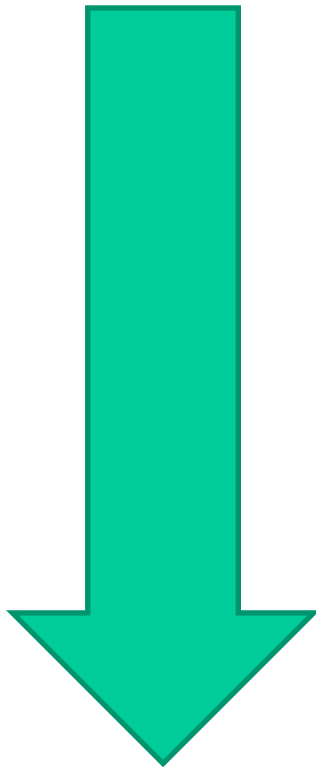


<http://www.youtube.com/watch?v=0VtLmQOKnPg>

Qual a sequência de origem das estruturas?

Principais eventos na história das plantas

Mais antigo



Mais recente

- Esporos resistentes ~500 M.a.
- Cutículas ~440
- Estômatos ~435
- Tecido vascular ~430
- Raízes ~420
- Folhas ~415
- Primeiras árvores ~400
- Sementes ~380
- Flores ~130M.a.

Obs.: ~ significa aproximadamente

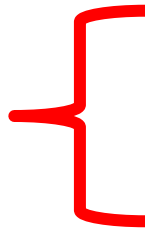
Origem das plantas vasculares

Problemas enfrentados



Soluções ou estratégias

Obter e conservar a água



Envelope externo não celular -
camada de cutícula e cera

Rizóides- absorver água do substrato

Trocas gasosas



Estômatos- trocas gasosas e
equilíbrio fisiológico

Sustentação e fixação



Porções subterrâneas (rizoides)
homóloga a parte aérea, diferindo
apenas na função

Reprodução na terra
em ambientes aéreos



Esporos protegidos contra a
dessecação (esporopolenina)

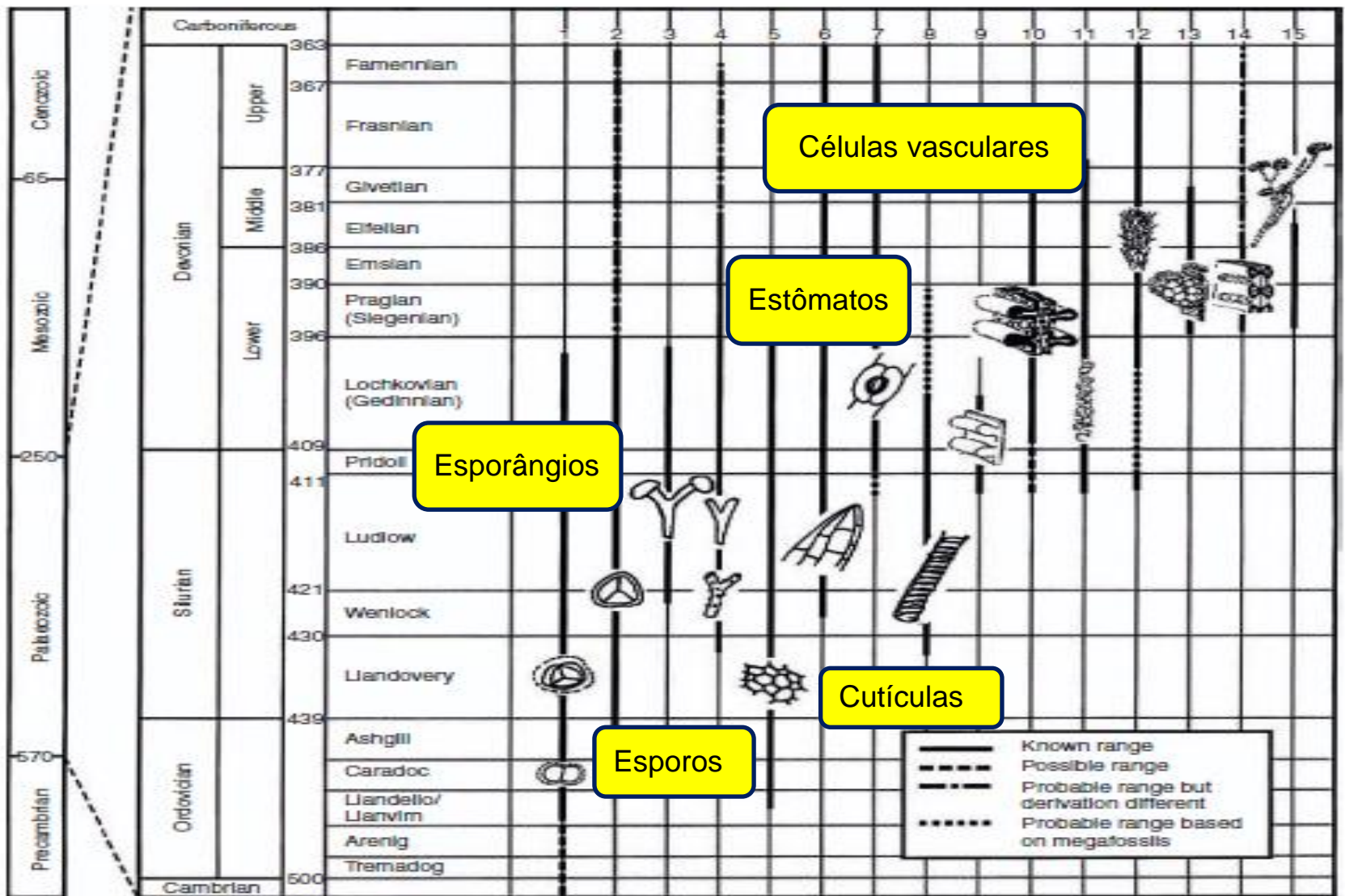


FIGURE 8.4 Stratigraphic ranges of microfossils, megafossils and various anatomical features. Numbers across the top refer to (1) Dyads and tetrads of possible bryophytic origin. (2) Single spores with trilete marks. (3) *Cooksonia* megafossils. (4) Bifurcating axes of putative vascular plants. (5) Nematophyte cuticle. (6) Higher plant cuticle. (7) Stomata on axial fossils and lycophytes. (8) Banded tubes. (9) C-type conducting elements. (10) G-type conducting elements. (11) *Zosterophylls*. (12) *Baragwanthia*, *Drepanophycus*, lycopsids. (13) S-type conducting elements. (14) P-type conducting elements. (15) Trimerophytes. (From Edwards, 2003.)



Reconstrução mostrando parte aérea e subterrânea

Hoje essa plantas viveriam nos mesmos ambientes que vivem os musgos (briófitas): rochas, caules, telhados, vasos, calçadas, jardins etc...

<http://www.abdn.ac.uk/rhynie/aglao.htm#morph>

Eventos e registro fóssil

- Folhas
- Caules
- Raízes
- Estrutura reprodutivas

Folhas: partes

Ápice

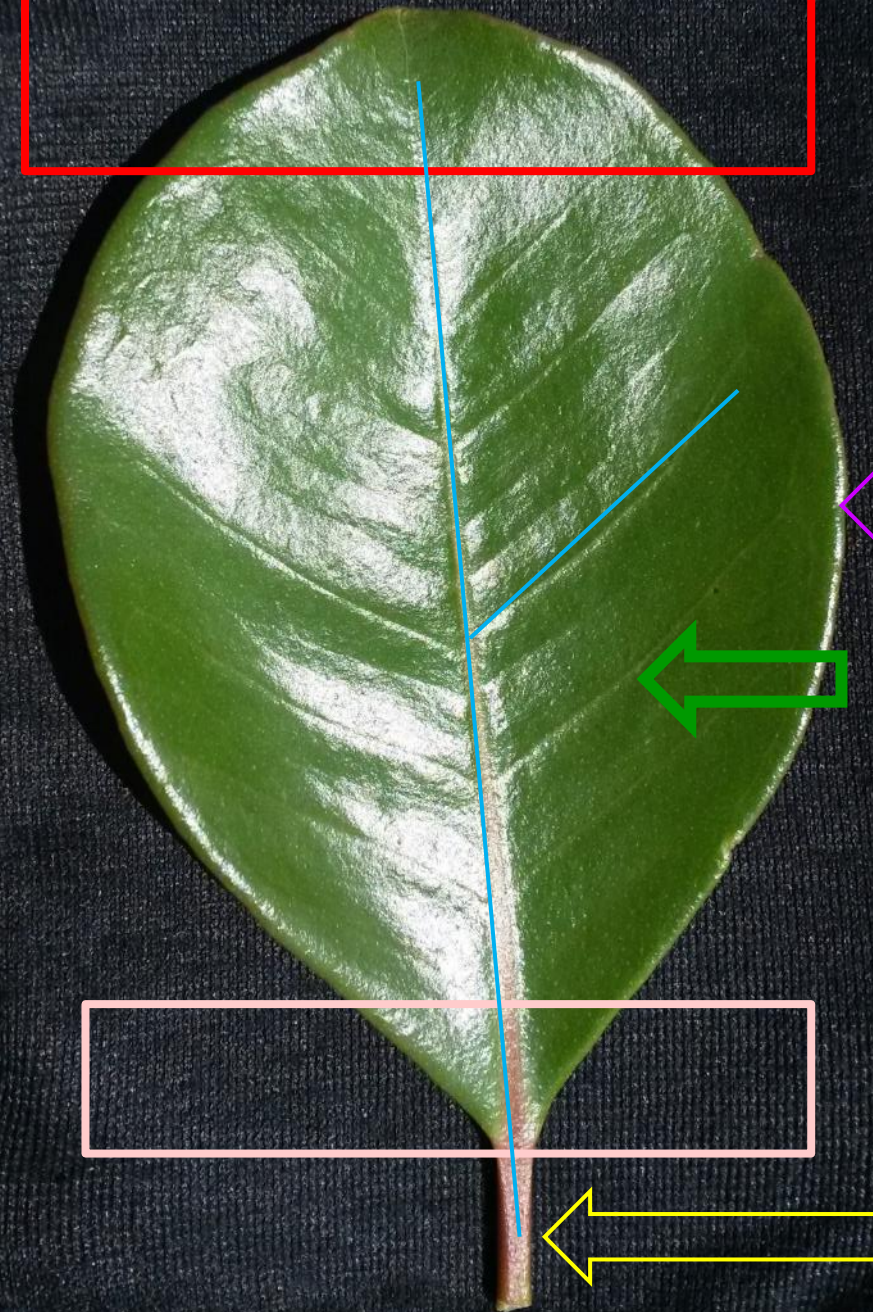
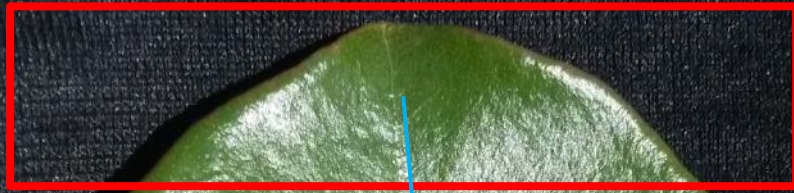
- Ápice
- Base
- Margem
- Lâmina
- Pecíolo
- Nervuras

Margem

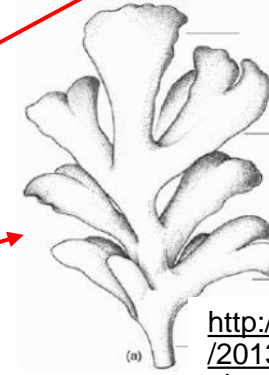
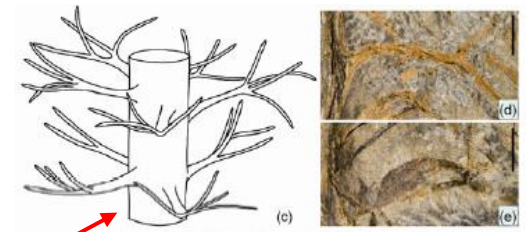
Lâmina

Base

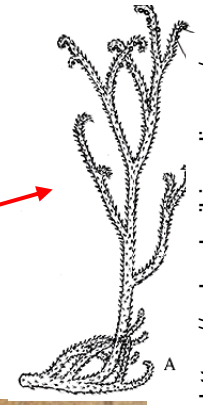
Pecíolo



EVOLUÇÃO DA FOLHA



<http://sciencythoughts.blogspot.com/2013/05/the-first-leaves-leafy-plant-fossils.html>



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/9/97/Sawdonia_ornata.gif



<http://www.abdn.ac.uk/rhynie/aglao.htm#morph>

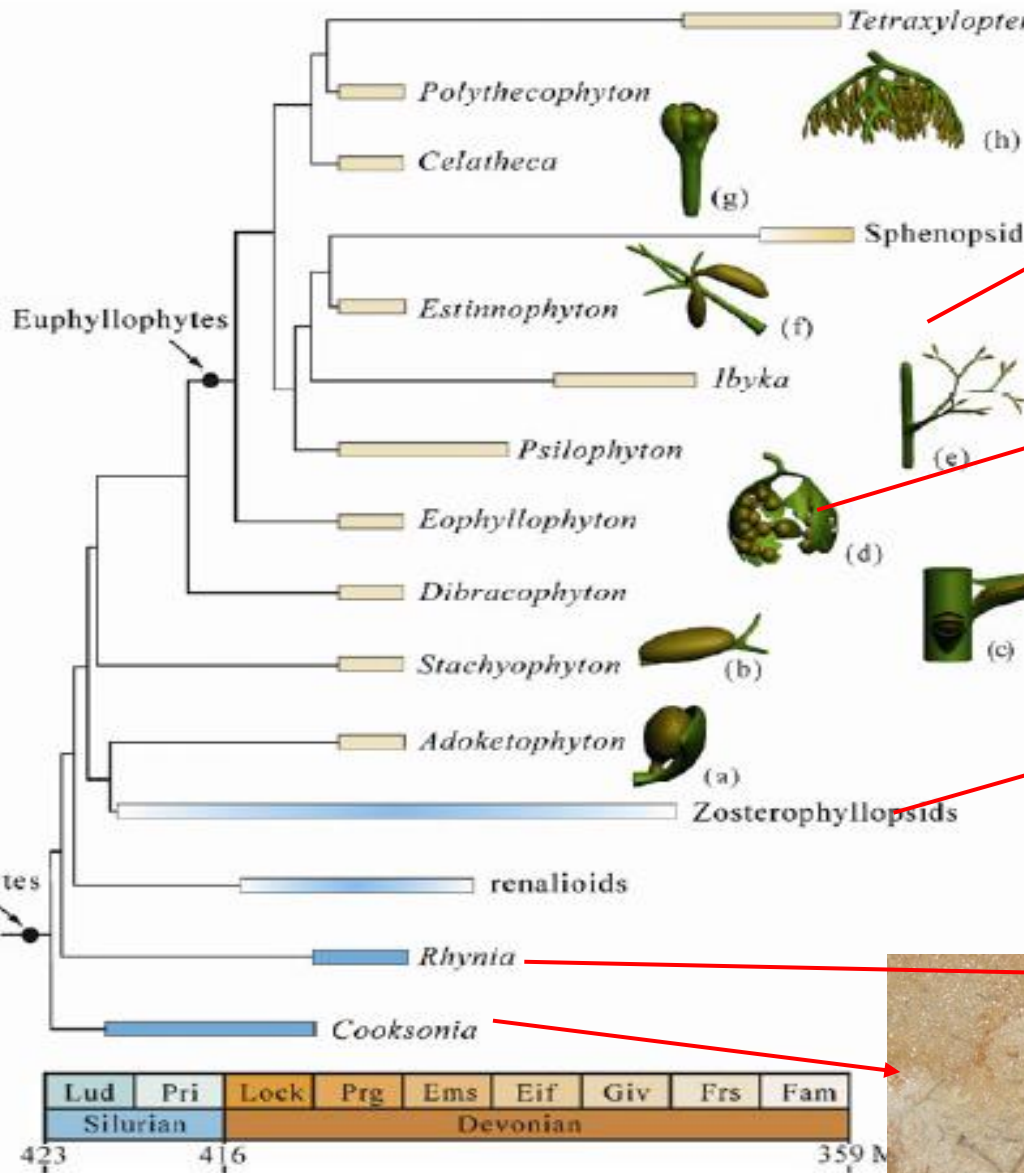
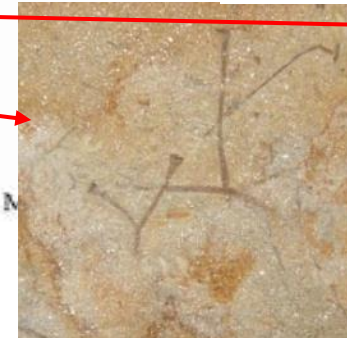
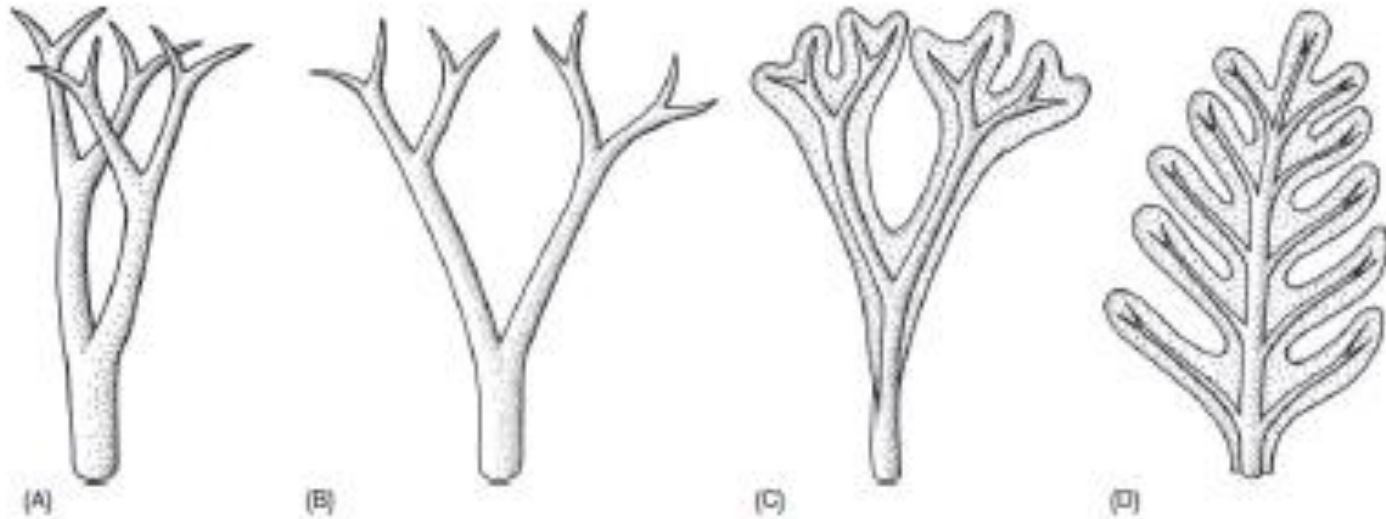


Figura de: Hao S G, Xue J Z. Earliest record of megaphylls and leafy structures, and their initial diversification. Chin Sci Bull, doi: 10.1007/s11434- 013-5799-x

Hipótese dos estágios na evolução da folha



- a. Eixo ramificado tridimensional.*
- b. Sistema axial organizado em um plano (planação).*
- c. Tecido laminar preenchendo.*
- d. Folha com padrão de veias complexas e lâmina expandida*



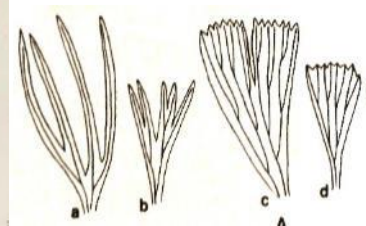
Bryophyta



Lycophyta



Sphenophyta



Pteridophyta



Etapas da evolução das folhas



Cycadophyta



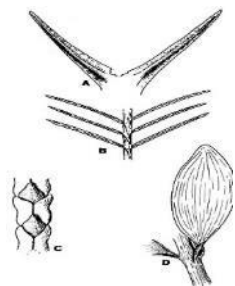
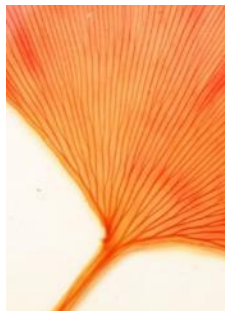
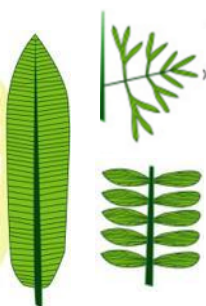
Gingkophyta



Coniferophyta



Anthophyta - angiospermas



Fotos dos filios de:

F. H. Schweingruber, A. Börner, *The Plant Stem*, https://doi.org/10.1007/978-3-319-73524-5_9

Primeiros fósseis de folhas grandes



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4f/Archaeopteris_%28Progymnosperm%29_twigs_and_leaves.jpg/320px-Archaeopteris_%28Progymnosperm%29_twigs_and_leaves.jpg



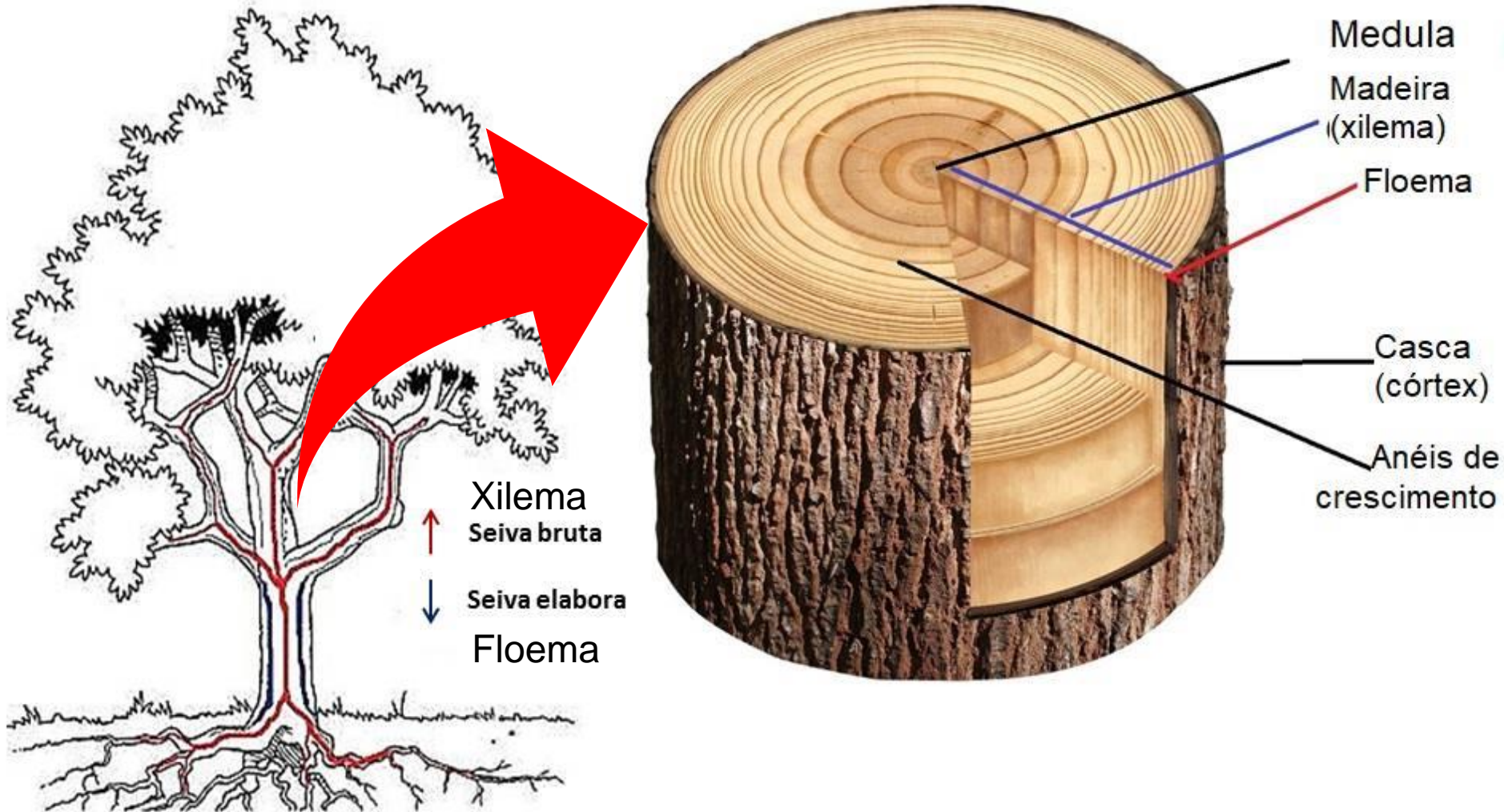
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fd/Archaeopteris_sp._-_MUSE.jpg/800px-Archaeopteris_sp._-_MUSE.jpg

Atividades com folhas

- Colher diferentes folhas (1 a 5) por estudante
- Análise das folhas: cor, formato (figuras geométricas - quadrada, circular, triangular, retangular), partes, classificação (criar os tipos)
- Guardar as folhas entre folhas de papel jornal ou outro papel para secar. Deixar um peso sobre as folhas
- Montar exposição colando as folhas em papel ou cartão com os dados: formato, tipo de folha, planta, local etc...

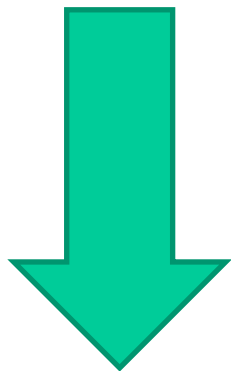
MATEMÁTICA – 2º ANO			
UNIDADES TEMÁTICAS			
Geometria			
reconhecimento e características			
Figuras geométricas planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo): reconhecimento e características			(EF02MA15) Reconhecer, comparar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo), por meio de características comuns, em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em sólidos geométricos.

Caule: partes



Diferença entre os hábitos

Mais antigo



Mais recente

Ervas
Arbustos
Árvores

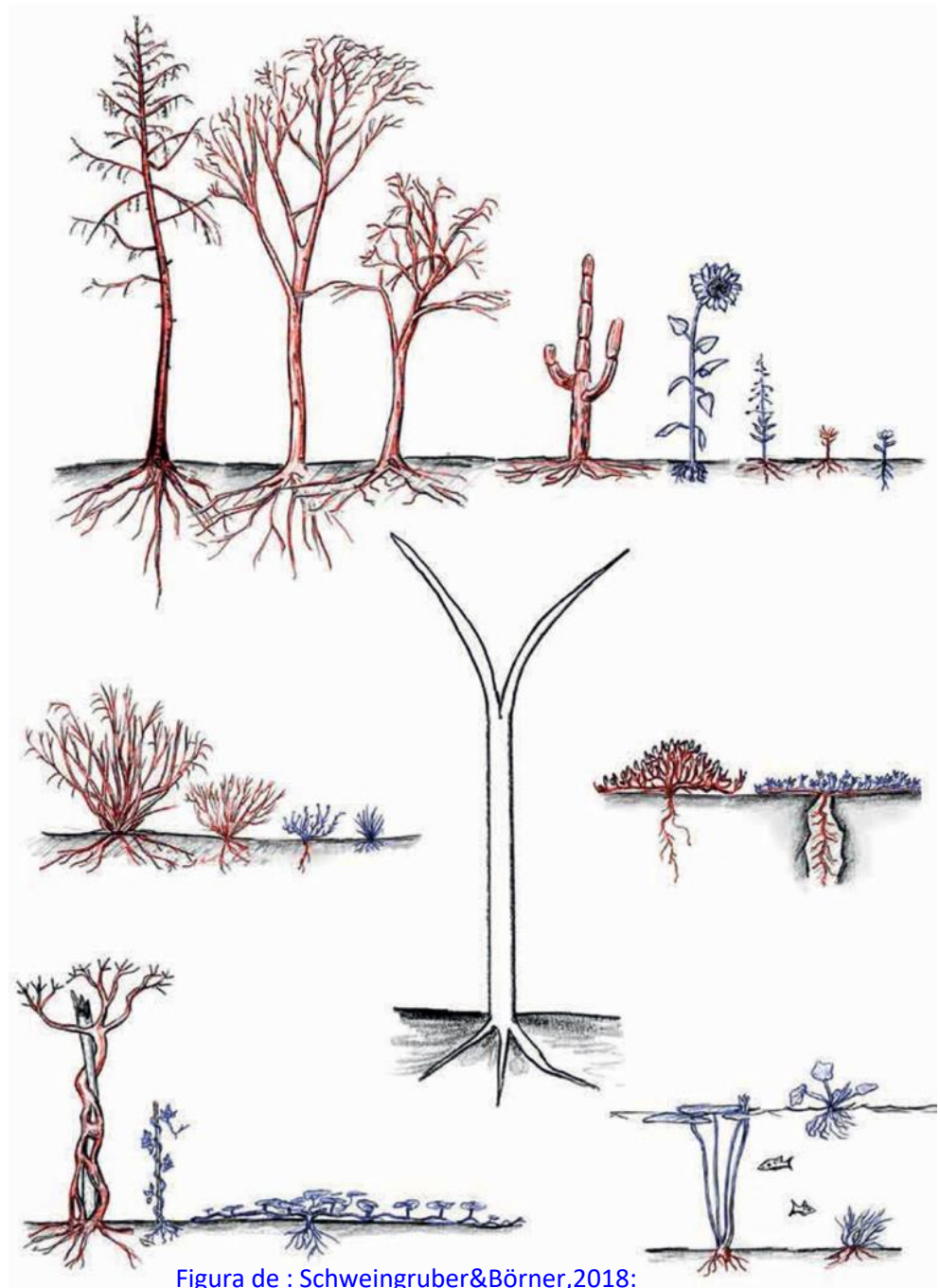


Figura de : Schweingruber&Börner,2018:
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-73524-5>

Nem todas as árvores formam madeira e para alguns não são consideradas “árvores verdadeiras”



Ipê amarelo



Araucária
(pinheiro do Paraná)

Formam madeira



Xaxim (samambaia)

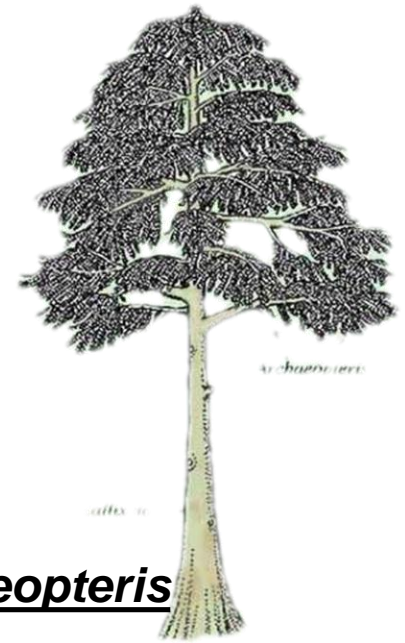


Palmeira

Não formam madeira

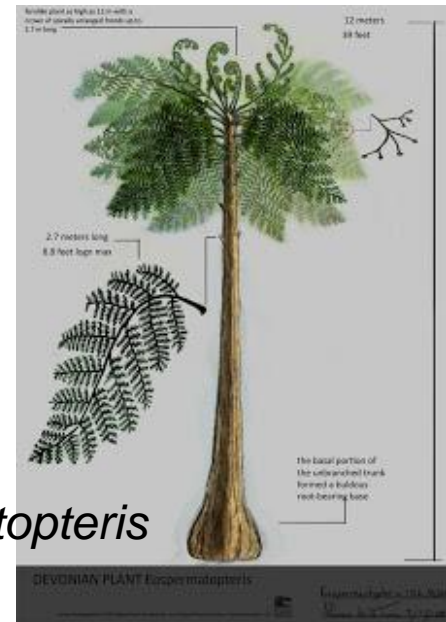
Qual a explicação para a origem das árvores?

- Evoluíram várias vezes nas plantas
- Grupos: samambaias, licófitas, cavalinhas, progimnospermas e pteridospermas
- Competição:
 - Competição pela luz
 - Afastar estruturas reprodutivas dos predadores
 - Propagação das estruturas reprodutivas (sementes)
- As primeiras árvores: altura e câmbio vascular



Archaeopteris

<http://botanika.bf.jcu.cz/systematikaweb/progymnospermae.htm>



Eospermatopteris

http://1.bp.blogspot.com/_RFzF9IsecX4/SMTxHCg6oRI/AAAAAAAAAAMs/EJWjEXzSsjY/s320/Eospermatopteris+final.jpg



Bryophyta



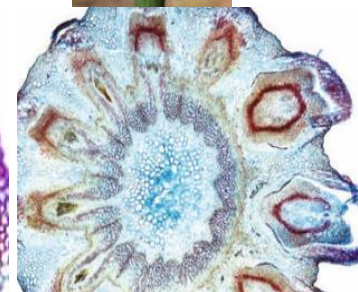
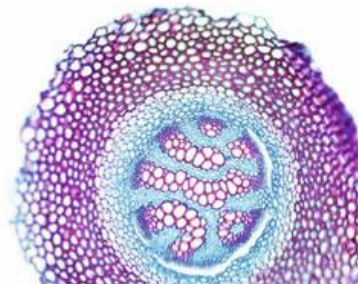
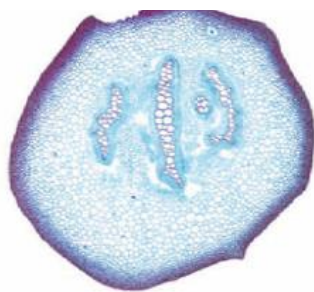
Lycophyta



Sphenophyta



Pteridophyta



Etapas da evolução dos caules



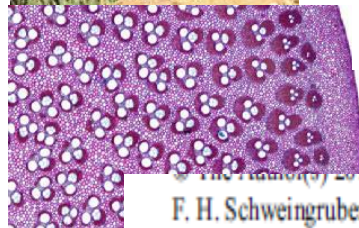
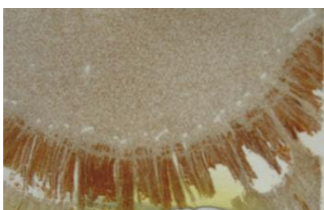
Cycadophyta



Coniferophyta

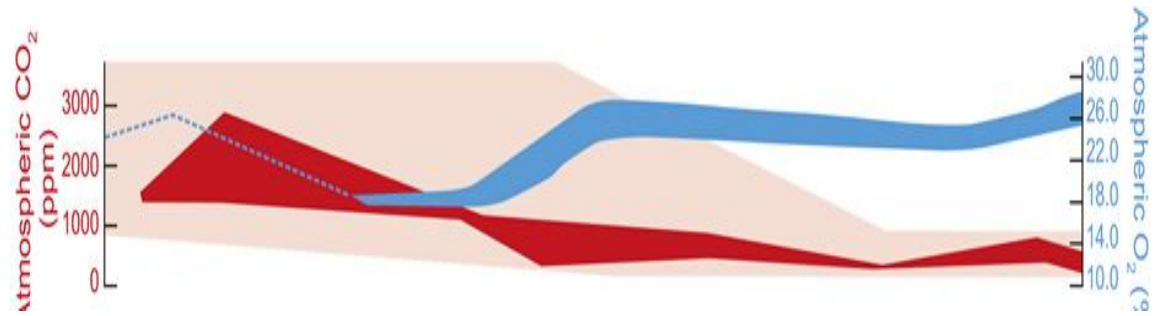


Anthophyta - angiospermas



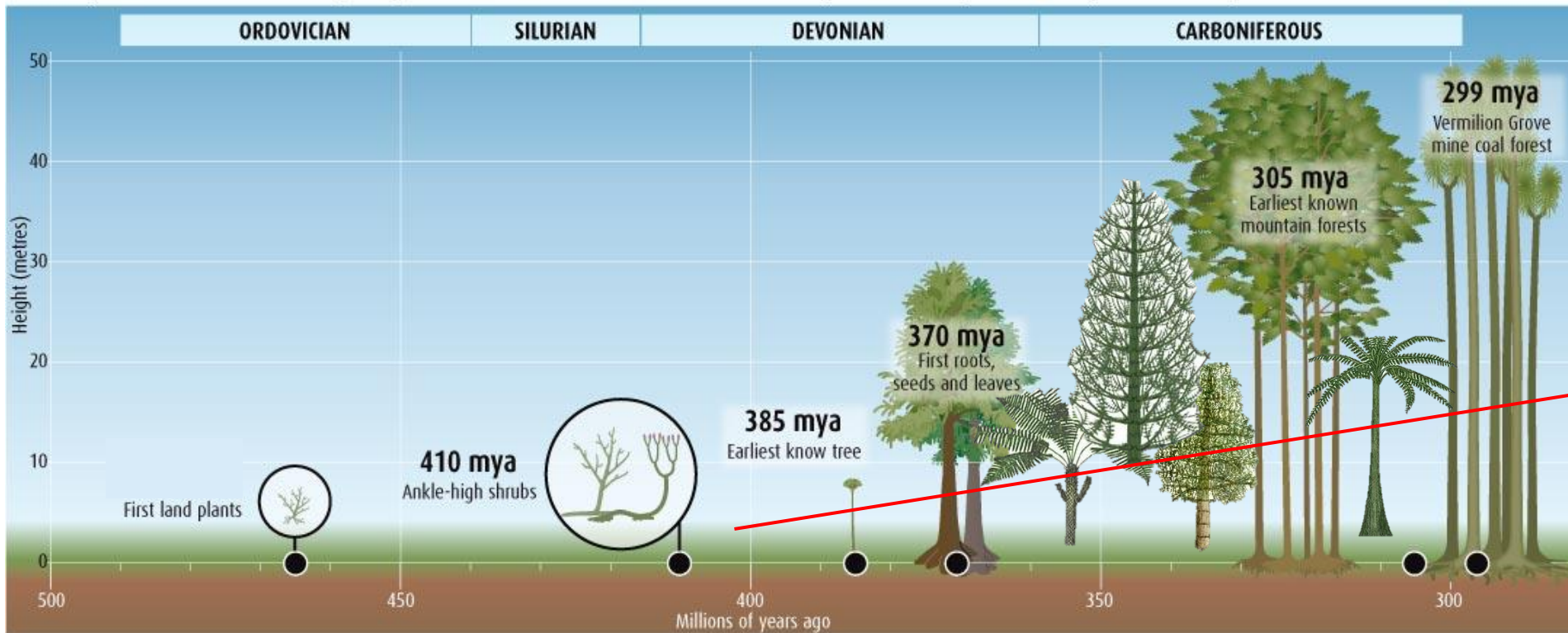
Figuras de:

F. H. Schweingruber, A. Börner, *The Plant Stem*, https://doi.org/10.1007/978-3-319-73524-5_9



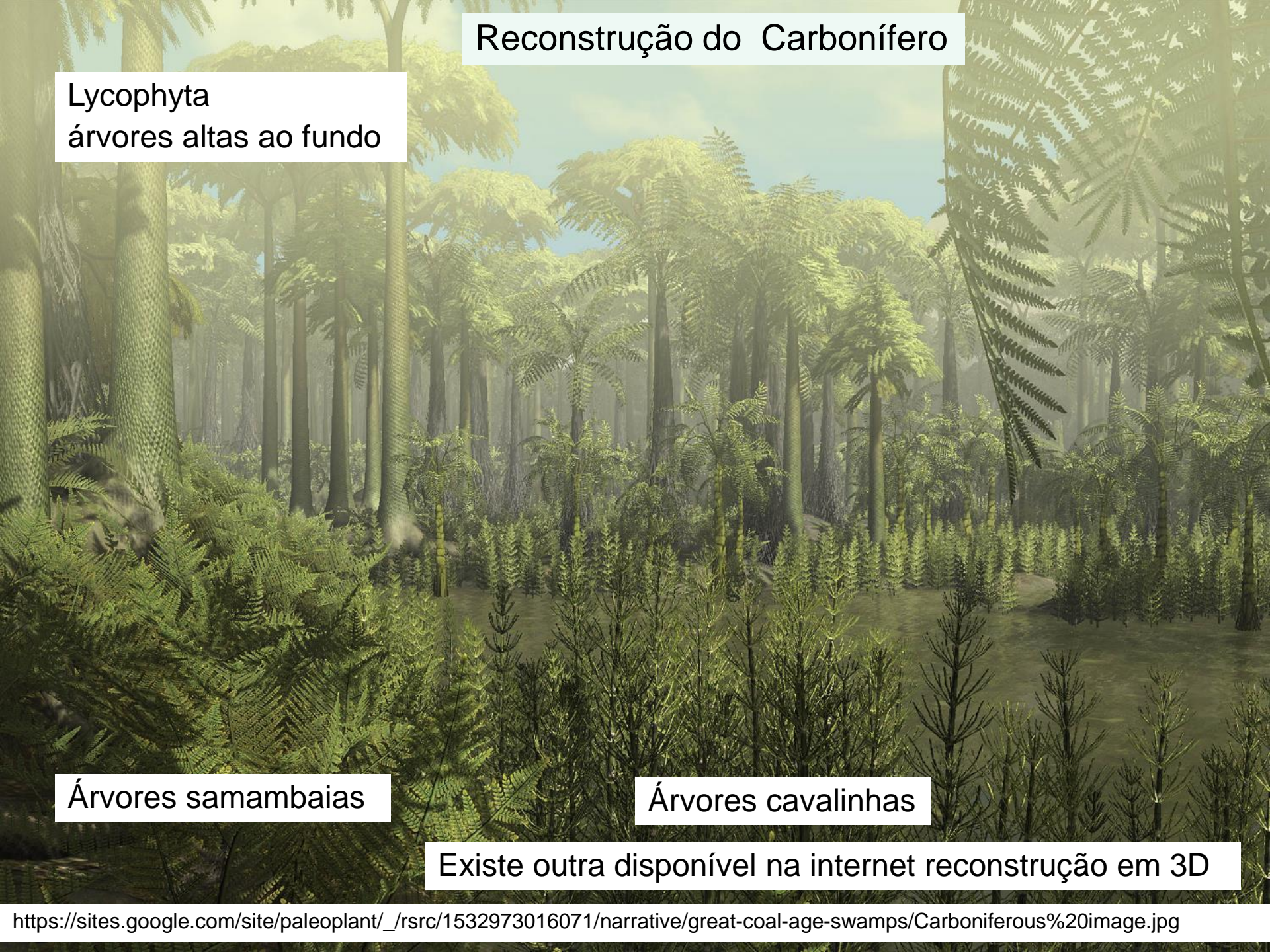
UPWARDS AND ONWARDS

Plants conquered land around 465 million years ago but it wasn't until the evolution of trees 80 million years later that vegetation could spread around the globe



http://1.bp.blogspot.com/_b0zNyhFKufY/R23r3LHdw8I/AAAAAAAAAGM/dpGz6xpPHZI/s1600/EvolutionOfTrees.jpg

Reconstrução do Carbonífero

A detailed 3D digital reconstruction of a Carboniferous swamp forest. The scene is filled with lush greenery, featuring tall, slender trees with textured bark and dense stands of ferns. The ground is a dark, reflective pool of water, mirroring the surrounding vegetation. The lighting is soft and diffused, creating a misty atmosphere typical of a swampy environment.

Lycophyta
árvores altas ao fundo

Árvores samambaias

Árvores cavalinhas

Existe outra disponível na internet reconstrução em 3D

Atividades com caules

- Tipos de caules: ramificado, único, tortos, lisos, disposição das folhas
- Pode ser observado ao assistir televisão, nos filmes, nas animações (desenhos).
- Nas ruas, nas praças etc...
- Casca: irregulares, fendidos, lisas
- Copas: formato, fechada, altura
- Árvores cortadas: partes
- Cor das madeiras (móveis, portas, lápis, palitos etc...)



A ciência que fundamentam as animações

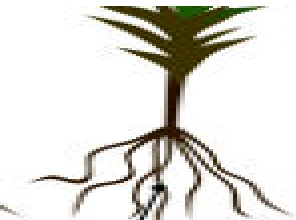
Por exemplo o filme: “O bom dinossauro”



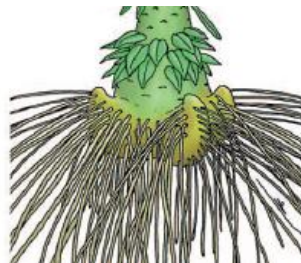
Disponível no anúncio do filme pelo youtube



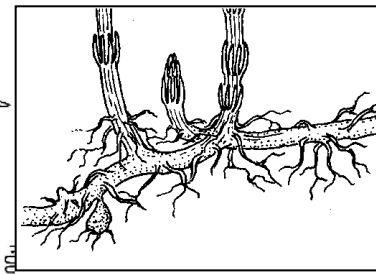
Bryophyta



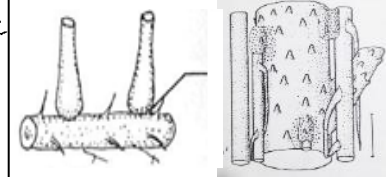
Lycophyta



Sphenophyta



Pteridophyta



Etapas da evolução das raízes



Cycadophyta



Coniferophyta

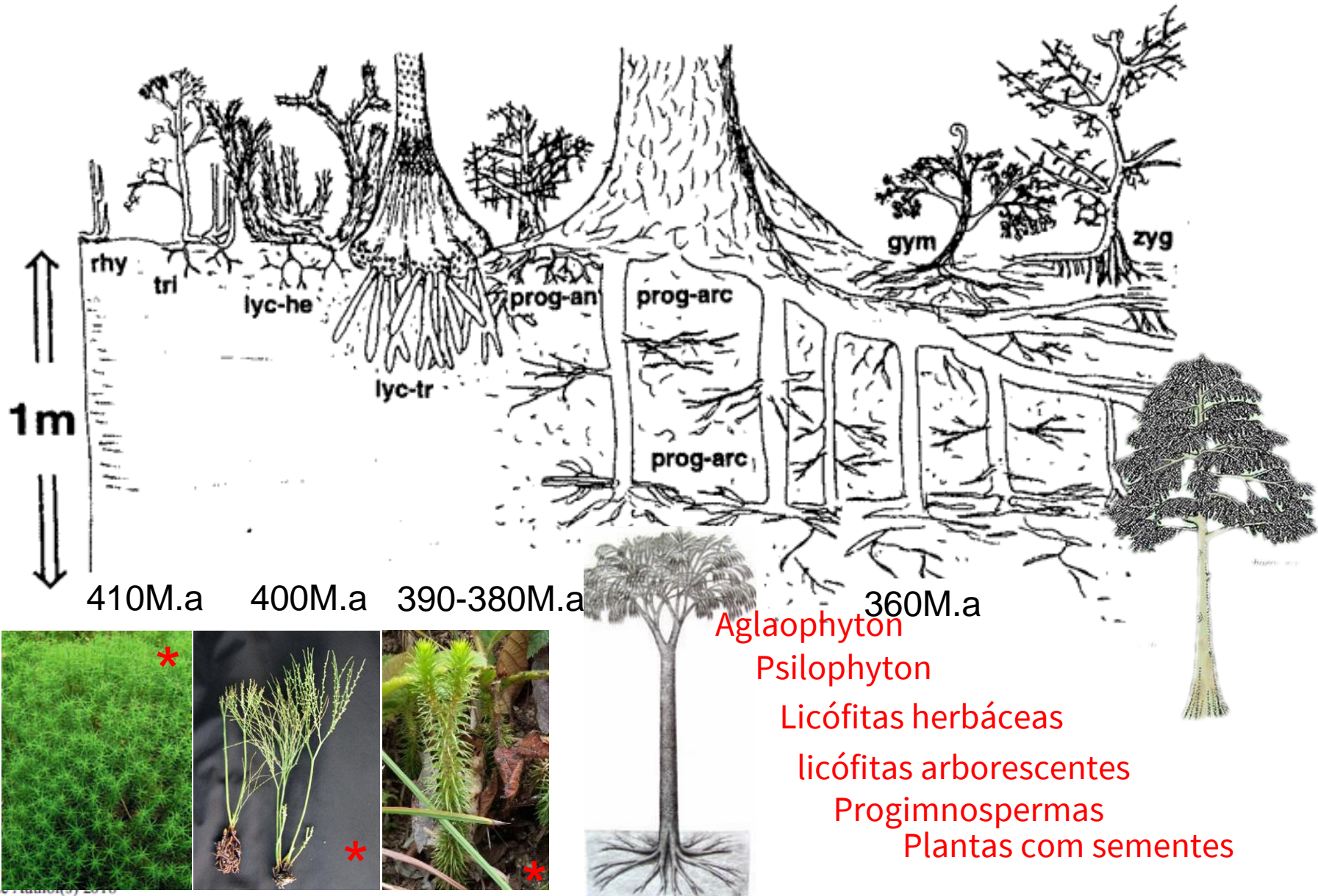


Anthophyta - angiospermas



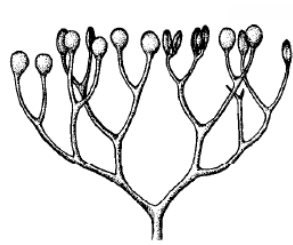
Fotos de:

Raízes no Devoniano e a formação dos solos

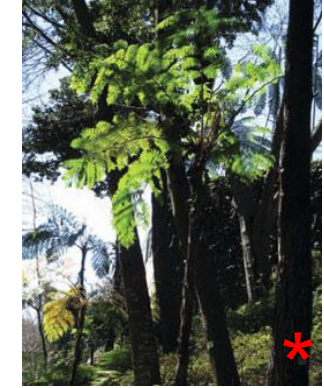


Atividade: o movimento da plantas

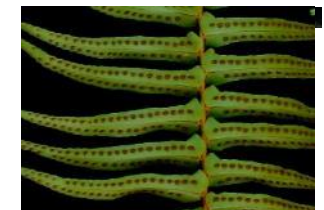
- Luz: fototropismo - folhas
- Solo: geotropismo - raízes
- Germinação:
 - Em potes (ou tampas) com algodão, lenço de papel ou papel higiênico (fino) umedecido, colocar uma semente (feijão, tomate etc...); guardar em uma caixa de papel fechada em diferentes situações (com um furo, com um furo coberto com plásticos de diferentes cores (vermelho, amarelo, verde). Furos voltados para luz...
 - Acompanhar a germinação: fazer anotações, p. ex: o que surgiu primeiro....
- Outra opção é fazer um terrário com diferentes plantas.



Sphenophyta



Pteridophyta



Lycophyta



Etapas da evolução das estruturas reprodutivas



Cycadophyta



Gingkophyta



Coniferophyta



Anthophyta - angiospermas



*Fotos de:



Coníferas Cicas e Gincos

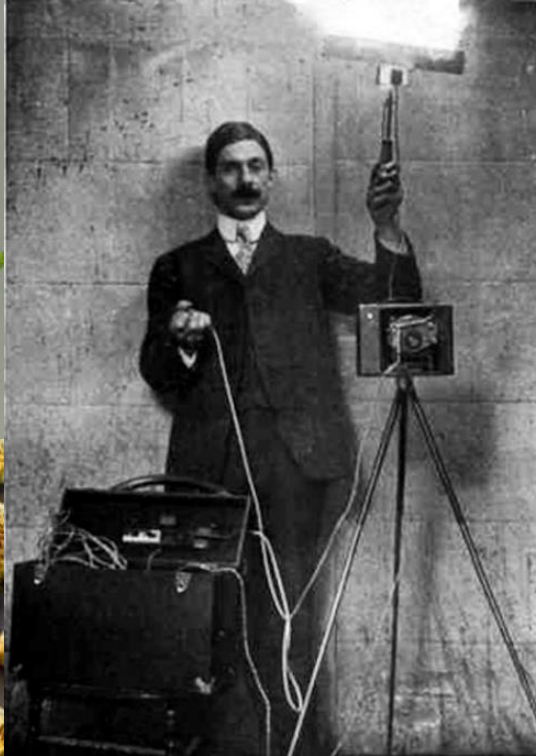
INDIVÍDUOS DE SEXOS SEPARADOS

Existe a araucária e o araucária

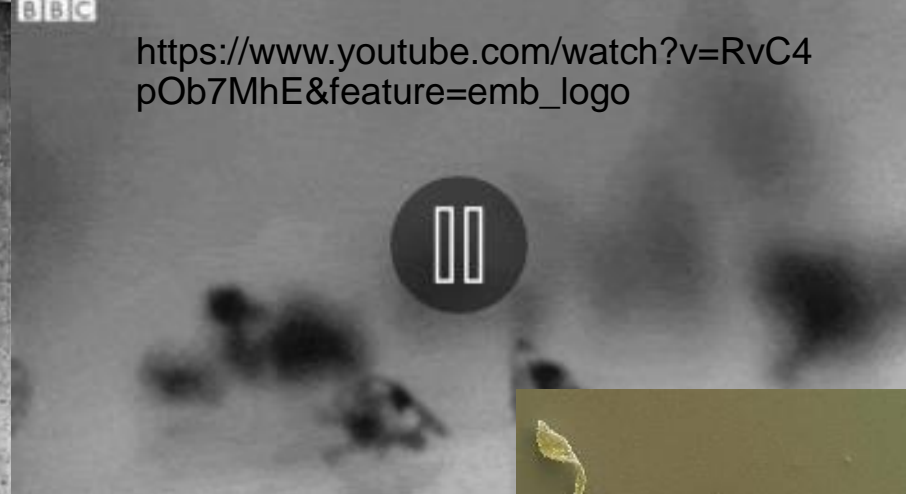
♀ cones grandes: sementes solitárias ou em cones (PINHAS)

♂ cones pequenos simples: grãos de pólen com sacos aéreos e asas

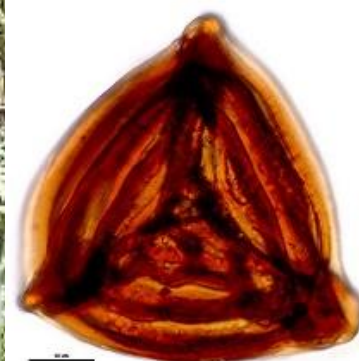




Esporos são inflamáveis



strangely on water



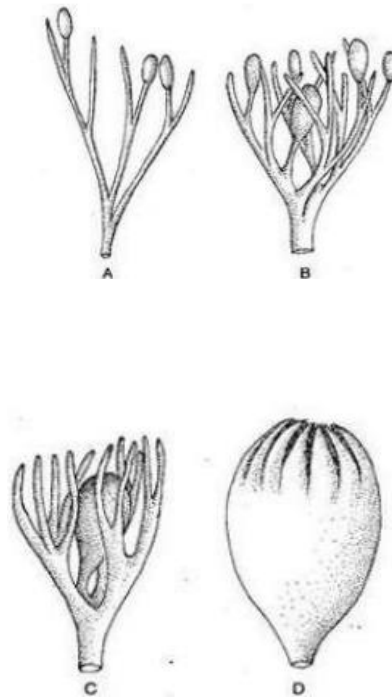
<http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/PlantNet/cycad/toxic.html>

<https://digg.com/video/dragons-breath-lycopodium-powder>

ESTÁGIOS DA EVOLUÇÃO SEMENTES

Devoniano Final (380M.a.)

As primeiras sementes são referidas como “Pteridospermas” porque suas folhas são similares as das sambambaias



Archaeosperma



Elkinsia

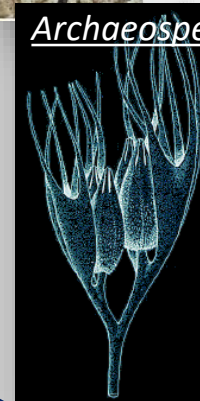


Figura de:
http://www.ijarse.com/images/fullpdf/1524849048_JK1688IJAR_SE.pdf

Ecologia

Ambientes continentais → complexos

- 🌳 Idade da origem da vida: água e continentes

- 🌳 Temperatura média anual

 - 🌳 Temperatura → -40 a 30°C

- 🌳 Temperatura diurna 50°C e noturna -60°C

 - 🌳 No mesmo local desertos elevados

 - Ex. Loma, Montana em 1972, foi registrada a variação de $56,7^{\circ}\text{C}$ (de $-47,8^{\circ}\text{C}$ a $8,9^{\circ}\text{C}$)

- 🌳 Pressão Atmosférica: varia em função da altitude

- 🌳 Umidade: vários padrões relacionados com a água

- 🌳 Solo

Classificação Ecológica das Plantas

Tolerância ou exigência das plantas
aos fatores

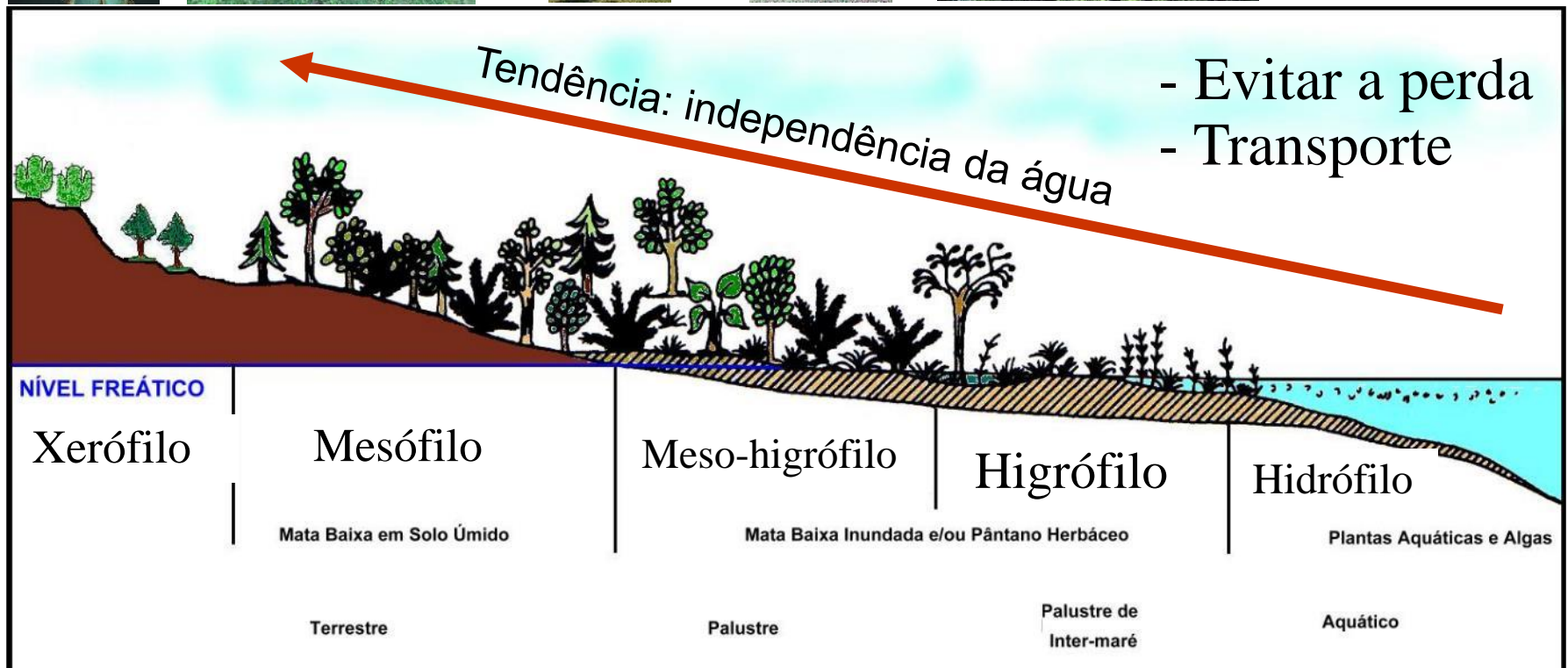
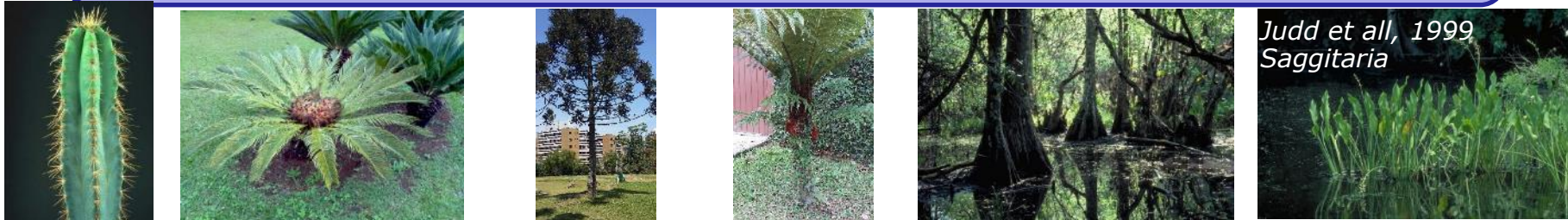
Temperatura

Solo

Umidade

Luz

Divisão dos ambientes terrestres



Xerófito

Mesófito

Higrófito

Hidrófito
Halófito

Luz



HELIÓFITOS

Planta que se desenvolve ao sol.
Espessamentos das paredes celulares



CIÓFITO

Vive habitualmente à sombra ou
luz difusa (floresta).
Paredes celulares delgadas,
cutícula fina



Reconstituição de ecossistema equatorial do Permiano- Itália

Paisagem não exuberante, plantas dispersas e diversificadas com predomínio de ginkgo e coníferas, mas também com pteridospermas, taeniopteris e esfenófitas.

Desenho de Davide Bonadonna

Disponível em <https://phys.org/news/2017-12-late-permian-ecosystems-modern-earth.html>



- G Ginkophyta
- C Coníferas
- T taeniópteros (cicas)
- P Pteridospermas
- E Esfenófitos

- Coníferas com as folhas mais coriáceas, poderia ter ocupado ambientes mais secos.
- Conífera folhas mais finas e mais alongadas, mais perto dos corpos d'água.
- Cutículas dos taeniópteros e gincófitos são finas e expandidas sugerindo que viveriam perto da água.
- Pteridospermas
 - folhas grossas e coriáceas, com cutículas espessas e estômatos afundados e bem protegidos – indica substratos xerofíticos pouco mais secos ou mais bem drenados
 - folhas finas, dissecadas, lâmina larga e finas, cutículas mal protegidas - próximo dos corpos d'água ou sotobosque mais úmido.
- Os esfenófitos também teriam crescido proximal aos corpos d'água.
- Os gincófitos perderiam suas folhas sazonalmente, como as modernas Ginkgo.

Plantas e Humanos

- Angiospermas ou plantas de flores (por vezes designadas Magnoliophyta ou Anthophyta) são as plantas dominantes na maioria das regiões do globo atualmente ~ 400-500 famílias e até 400 mil espécies;
- São os organismos que afetam mais diretamente a existência humana
- Todas as plantas cultivadas: alimento, madeira para construção, usos medicinais, fibras de papel e têxteis
- **Hábitos variados:** pequenas sem caules, plantas flutuantes a grandes árvores
- **Extraordinária variedade de habitats:** água salgada para água doce e de trópicos para as regiões polares.

ESTÁGIOS DA EVOLUÇÃO

Gramíneas

Quem comeu gramínea hoje?

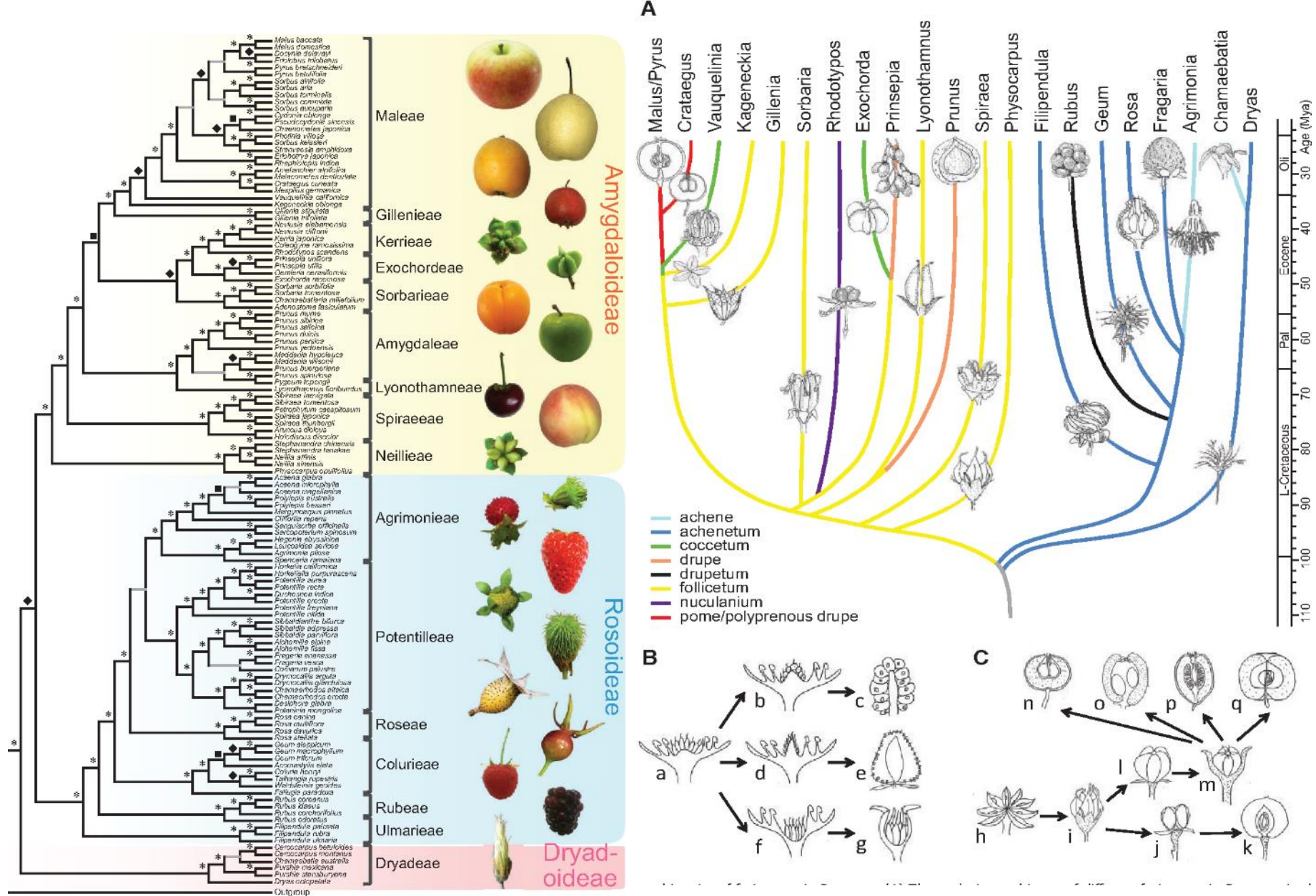
Quem come grama aqui?

A sementes das gramíneas é o material básico de alimentos (trigo, arroz e milho).

Portanto: todos comem “grama”, ou seja, as sementes de gramíneas

Plantas e Humanos

- Agricultura/seleção artificial mudou a evolução das angiospermas
- Seleção de plantas mais saborosas e menos tóxicas
- Apenas ~300 espécies domesticadas
- Apenas ~100 espécies respondem por 95% do total de calorias consumidas
- ~20 táxons de grande importância para humanos
- Poaceae (gramíneas): trigo, arroz, milho, cana-de-açúcar
- Fabaceae: feijão, soja, lentilha, amendoim, ervilha
- Grãos de amido: batata branca, batata-doce, inhame, mandioca, banana
- Oleaginosas, frutas, e legumes: coco, girassóis, soja, abóboras, cítricos, tomates, mostardas, cebolas
- Evento de extinção de 20% das espécies de plantas nos próximos 25 anos.



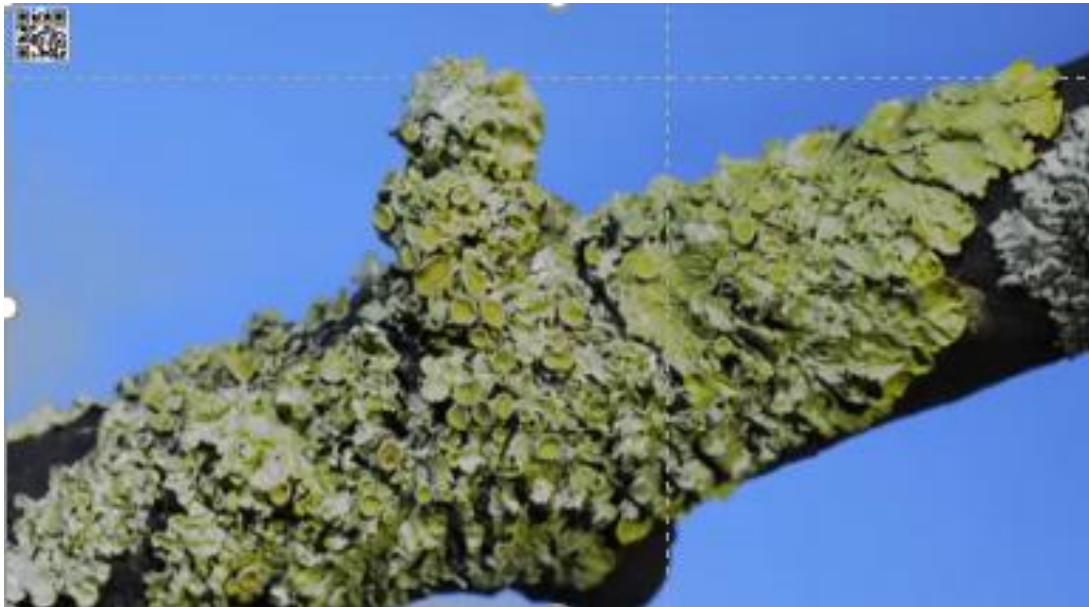
<https://www.semanticscholar.org/paper/Evolution-of-Rosaceae-Fruit-Types-Based-on-Nuclear-Xiang-Huan/54038738e1b99e27ba8ef6f86293435dd728a8fd>

Atividade

(EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) relacionados à sua vida cotidiana.

(EF02CI05) Descobrir e relatar o que acontece com plantas na presença e ausência de água e luz.

(EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas e analisar as relações entre as plantas, os demais seres vivos e outros elementos componentes do ambiente.



<https://www.youtube.com/watch?v=FWfPMOKnW2M>

Atividade

- **Analisar os grupos de líquens, briófitas e pteridófitas** existentes em árvore, jardim ou local de um parque
- Identificar a **localização** fazendo um “**mapa**” do local.
- **Não** é necessário recolher os grupos. Estes organismos têm um crescimento muito lento e por isso é importante que **não arrancar**.
 1. Rodear a árvore com a fita a 1,5 m do solo. A altura deve ser superior a 1 m em todos os pontos.
 2. Com a bússola, identificar o lado norte da árvore (luz).
 3. Identificar os locais mais úmidos (drenagem – declividade)
 3. Colocar a grade, deixando o ponto central alinhado com a direção da agulha e a parte inferior rente à fita.
 4. Olhar através de cada ponto da grade e registrar, na folha de trabalho anexa, a presença de líquens (incrustantes, folhosos ou arbustivos), de musgos ou de casca.
 5. Anotar os dados no quadro da folha com quadro.

Atividade baseada em: Guias de atividades Biotecnologia: ensino e divulgação disponível em <http://www.bteduc.bio.br>



Outras atividades: vaso, jardim ou parque

- Tipo de substrato: rocha, troncos etc...
- Disposição local mais rígido solo menos espesso
- Mais luz
- Mais úmido
- Tamanho da planta
- Tipos de raízes
- A força e a importância das raízes em rochas, paredes, encostas etc...

Não esquecer de relacionar: morfologia (partes da planta), ecologia (presença ou ausência de fator) e das adaptações e evolução.

Agradecimentos



LABPALEO

LABORATÓRIO DE PALEONTOLOGIA
DEGEOL/UFPR